

中華民國經濟部智慧財產局

INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE  
MINISTRY OF ECONOMIC AFFAIRS  
REPUBLIC OF CHINA

茲證明所附文件，係本局存檔中原申請案的副本，正確無訛，  
其申請資料如下：

This is to certify that annexed is a true copy from the records of this  
office of the application as originally filed which is identified hereunder:

申請日：西元 2002 年 12 月 25 日  
Application Date

申請案號：091137273  
Application No.

申請人：財團法人工業技術研究院  
Applicant(s)

局長

Director General

蔡練生

發文日期：西元 2003 年 5 月 14 日  
Issue Date

發文字號：09220478790  
Serial No.



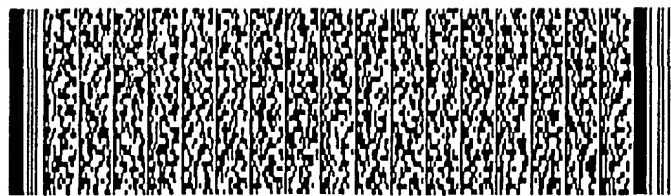
四、中文發明摘要 (發明之名稱：官能基化奈米碳球衍生物)

本發明係有關於一種官能基化奈米碳球衍生物，包括一奈米碳球以及至少一種官能基鍵結於上述奈米碳球，上述官能基化奈米碳球衍生物可以化學通式 $F(-E)_n$ 表示，其中F為奈米碳球，E為官能基，n代表官能基個數。本發明為藉由目前已可獲得之高純度奈米碳球，將其官能化，以擴大其應用性。

五、本案代表圖為：第\_\_\_\_1\_\_\_\_圖

英文發明摘要 (發明之名稱：Organically functionalized carbon nanocapsules)

Organically functionalized carbon nanocapsule, which comprises a carbon nanocapsule and at least one kind of functional group bonded thereon. The organically functionalized carbon nanocapsule is represented as  $F(-E)_n$ , in which F is the carbon nanocapsule, E is the functional group, and n is the number of the functional groups. The invention is obtained from functionalization of purified carbon nanocapsules to thereby expand the application of carbon nanocapsules.



本案已向

國(地區)申請專利

申請日期

案號

主張優先權

無

有關微生物已寄存於

寄存日期

寄存號碼

無

## 五、發明說明 (1)

### 發明所屬之技術領域

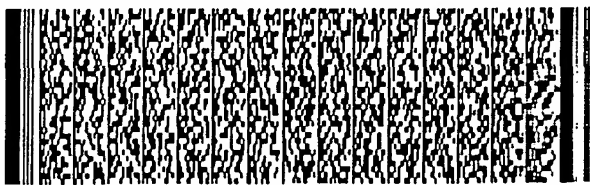
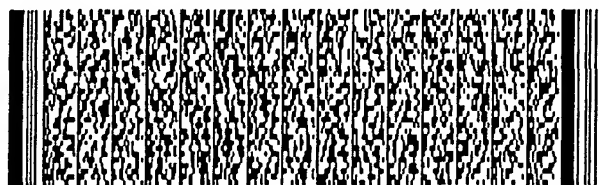
本發明係有關於奈米碳球 (carbon nanocapsules)，且特別有關於將奈米碳球官能化，以增加其應用性之官能基化奈米碳球衍生物。

### 先前技術

奈米碳球與奈米碳管於1991年一起被發現，奈米碳球 (carbon nanocapsule) 是由多層石墨層以球中球的結構所組的多面體碳簇，其直徑約3 ~ 100 nm，外層具有與多層奈米碳管(carbon nanotube)相同的石墨層結構。奈米碳球又可分為中空碳球與填充金屬碳球：中空碳球其內部為中空，而填充金屬碳球內部則填充有金屬、金屬氧化物、金屬碳化物(metal carbide)或合金材料。

雖然奈米碳球早在1991年便被發現，然而十年來有關奈米碳球的研究僅約50篇。回顧奈米碳球的研發過程中，最初僅是在製造奈米碳管的同時發現少量奈米碳球，而數量只足夠在電子顯微鏡下觀察結構，且由於傳統方法所得產物以長奈米碳管為主，奈米碳球與碳管間有強的凡得瓦力，在量少的情況下不易將其分離純化，以致在高純度奈米碳球的製備方面，一直沒有突破性的進展，使奈米碳球的相關應用陷於停頓狀態。

但近年來經由不斷的嘗試及努力，終於在高純度中空奈米碳球或是高純度磁性金屬填充奈米碳球的製備都有進一步的成果 (參考本案發明人相關專利申請案91103635及



## 五、發明說明 (2)

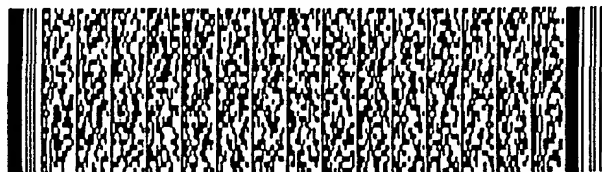
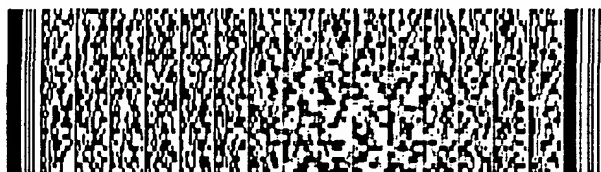
91117435)。因奈米碳球具有特殊的富勒烯(fullerene)結構與光、電、磁性質，預測其未來應用領域與發展潛力將無可限量。但由於奈米碳球本身不溶於溶劑中，致使其現階段應用性受到了限制，但藉由近期由工研院開發出高純度奈米碳球的製造方法，也進一步開啟了製備官能基化奈米碳球衍生物的契機。

雖奈米碳球本身不溶於溶劑中，但可藉由將奈米碳球表面官能基化，使奈米碳球易溶解(或分散)於溶劑中。藉著奈米碳球表面官能基化，亦可使奈米碳球產生新功能性、改變奈米碳球的顏色(光學性質)，或可進一步與高分子交聯反應等等，以產生更多的應用性：例如可應用於：  
a. 藥物；b. 磁性記錄材料；c. 磁流體；d. 觸媒、感測器；  
e. 奈米磁性元件；f. 具熱導、特殊電性、磁性之奈米複材；g. 印刷用奈米碳粉等等。

### 發明內容

有鑑於此，本發明的主要目的便是將奈米碳球官能基化，以得到官能基化奈米碳球衍生物，擴大奈米碳球的應用範圍。

為達上述目的，本發明提出一種官能基化奈米碳球衍生物，包括：一奈米碳球，以及至少一種官能基鍵結於上述奈米碳球，上述官能基化奈米碳球衍生物可以化學通式  $F(-E)_n$  表示，其中F為該奈米碳球，E為該官能基，n代表官能基個數。



### 五、發明說明 (3)

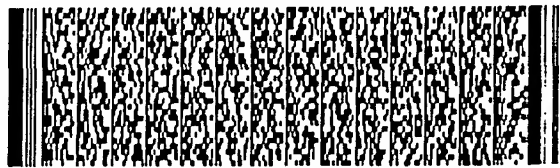
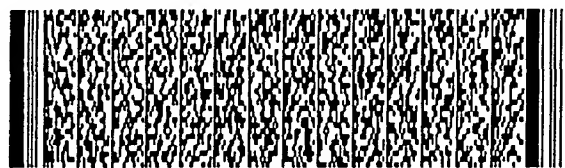
本發明並進一步提出一種官能基化奈米碳球衍生物，其奈米碳球為一種由多層石墨層以球中球的結構所組的多面體碳簇，其直徑約3 ~ 100 nm，外層具有與多層奈米碳管相同的石墨層結構。

本發明提出之官能基化奈米碳球衍生物，其中奈米碳球可為中空奈米碳球或為內部填充有金屬、金屬氧化物、金屬碳化物或合金材料的金屬填充奈米碳球。

本發明提出之官能基化奈米碳球衍生物包括一奈米碳球以及至少一種官能基鍵結於上述奈米碳球，官能基化奈米碳球衍生物可以化學通式 $F(-E)_n$ 表示，其中F為該奈米碳球，E為該官能基，n代表官能基個數。

在製備官能基化奈米碳球衍生物之前，首先需獲得純化後的奈米碳球。高純度奈米碳球的製備方法可參閱相關專利申請案91103635及91117435所提出之方法。依上述方法，可獲得高純度的奈米碳球，其為一種由多層石墨層以球中球的結構所組的多面體碳簇，外層具有與多層奈米碳管相同的石墨層結構，其直徑較佳為介於3 ~ 100 nm。用以製備官能基化奈米碳球衍生物的奈米碳球可為中空奈米碳球或是內部填充有金屬、金屬氧化物、金屬碳化物或合金材料的金屬填充奈米碳球。

本發明官能基化奈米碳球衍生物主要藉由將上述高純度的奈米碳球官能化而獲得，而藉由官能化，可將一個以上官能基接枝到奈米碳球上，使其因具有特定官能基而可進行官能基反應來增加其反應性，並可藉由不同官能基的



#### 五、發明說明 (4)

接枝來增加奈米碳球的多變性以擴展其應用範圍。

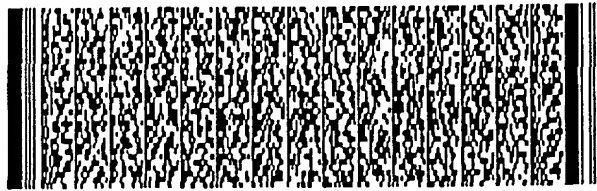
本發明將奈米碳球官能化的方法，亦即製備官能基化奈米碳球衍生物的方法與過去文獻上製備碳六十衍生物的方法有部分相近，但由於奈米碳球分子結構遠大於碳六十，故需奈米分散技巧以控制化學修飾的結果，且由於奈米碳球具有不同於碳六十與奈米碳管的光、電、磁性質，使得官能基化奈米碳球衍生物能有特殊的應用。

本發明製備官能基化奈米碳球衍生物的方法可利用下列方式：氧化還原法、環加成反應、或自由基加成反應。

氧化還原法主要是將奈米碳球加入強氧化劑：如  $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{HNO}_3$ 、 $\text{OsO}_4$ 、 $\text{KMnO}_4$ 、 $\text{O}_3$  等強氧化劑與其反應，將奈米碳球表面碳層氧化，以生成如醇基(-OH)、酮基(-C=O)、醛基(-CHO)、羧酸基(-COOH)等官能基於奈米碳球表面。

環加成反應法主要利用奈米碳球表面雙鍵進行加成反應，加入化合物與其反應，如苯氨、N, N二甲基苯氨、 $\text{CH}_2\text{O}(\text{aldehyde}) + \text{CH}_3\text{NHCH}_2\text{COOH}(\text{N-取代氨基乙酸衍生物 (N-substituted glycine derivative)})$ 、 $\text{CHCl}_3 + \text{KOH}$  等，以將官能基如-NHAr基、 $-\text{N}^+(\text{CH}_3)_2\text{Ar}$ 基、氯類或 $=\text{CCl}_2$ 基等接上去。

自由基加成反應法主要利用奈米碳球表面雙鍵進行自由基加成反應。將奈米碳球加入自由基起始劑或可生成自由基的分子與其反應，如 $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ 、 $\text{H}_2\text{O}_2$ 、甲基丙烯酸甲酯(methylmethacrylate)、偶氮二異丁(Azobis-isobutyronitrile, AIBN)等，以將官能基如





#### 五、發明說明 (5)

-OSO<sub>3</sub>- 基、-OH 基、-C(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>COOCH<sub>3</sub> 基、-C(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>CN 基等接上去。

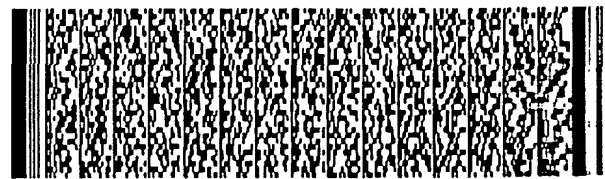
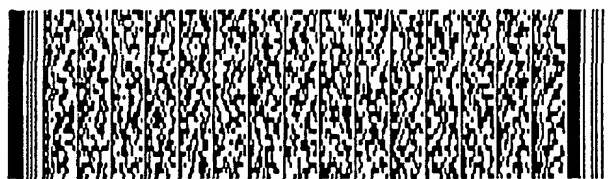
與過去文獻中製備碳六十衍生物的方法較不相同的是氧化還原法。氧化還原法主要利用強氧化劑將奈米碳球的表面氧化後，於奈米碳球的表面製造出醇(-OH)；酮(-C=O)；醛(-CHO)；羧酸(-COOH)等官能基，之後並可進一步與其他化合物反應，以合成更複雜的官能基化奈米碳球衍生物。此類方法與過去合成碳六十衍生物的方法不同，由於官能基的產生為利用碳碳間分子斷鍵，因此以強氧化劑反應會造成碳六十球殼結構的破裂，故氧化還原法一般不用於碳六十衍生物的合成；但由於奈米碳球為由多層石墨層以球中球的結構所組的多面體碳簇，故此法用於官能基化奈米碳球衍生物的製備方面則較無顧慮。

其餘官能化奈米碳球的方法可參照美國專利號5,177,248、5,294,732等文獻中所提官能化碳六十分子的方式施行。

藉由將奈米碳球官能化，本發明可獲得之官能基化奈米碳球衍生物，包括一奈米碳球以及至少一種官能基鍵結於上述奈米碳球，上述官能基化奈米碳球衍生物可以化學通式F(-E)<sub>n</sub>表示，其中F為該奈米碳球，E為該官能基，n代表官能基個數。n的範圍較佳為由1至100000。

上述官能基化奈米碳球中，其中E可為獨立的E<sub>1</sub>、E<sub>2</sub>、E<sub>3</sub>、E<sub>4</sub>或E<sub>5</sub>，

E<sub>1</sub>為獨立的Y<sub>1</sub>，Y<sub>2</sub>-氨基，(Y<sub>1</sub>，Y<sub>2</sub>-烷基) 氨基，Y<sub>1</sub>，Y<sub>2</sub>-乙



五、發明說明 (6)

烯二氨基，(二氫氧基甲基) 烷氨基，( $X_1, X_3$ -芳香族羥基) 氨基，或 $X_1, X_3$ -芳氧基，

$E_2$  為獨立的 $Y_1, Y_2$ -烷氧基，( $Y_1, Y_2$ -氨基) 烷氧基，( $Y_1, Y_2, Y_3$ -烷基) 氨基，( $Y_1, Y_2, Y_3$ -芳基) 氨基，或二氫氧基烷氨基，

$E_3$  為獨立的 $Y_1, Y_2, Y_3$ -烷氧基，(三氫氧基烷基) 烷氧基，(三氫氧基烷基) 烷氨基，(二羧基烷基) 氨基，( $Y_1, Y_2, Y_3$ -烷基) 硫代，( $X_1, X_2$ -芳基) 硫代，( $Y_1, Y_2$ -烷基) 硫代，二氫氧基烷基硫代或 $Y_1, Y_2$ -二氧基烷基)，

$E_4$  為獨立的((糖苷基)側氧基雜芳基)氨基  
(((glycosidyl)oxoheteroaryl)amino)，((糖苷基)側氧基芳基)氨基(((glycosidyl)oxoaryl)amino)，  
( $X_1, X_2, X_3$  雜芳基)氨基(( $X_1, X_2, X_3$ -heteroaryl)amino)，  
( $X, X_1$  二芳基酮基)氨基(( $X, X_1$ -diarylketone)amino)，  
( $X, X_1$  (側氧基) 氨基( $X, X_1$ -oxoaryl)amino)，  
( $X, X_1$  二側氧基芳基)氨基(( $X, X_1$ -dioxoaryl) amino)，  
( $Y_1$ -烷基， $Y_2$ -烷基二側氧基雜芳基)氨基(( $Y_1$ -alkyl,  $Y_2$ -alkyldioxoheteroaryl)amino)，  
( $Y_1$ -烷基， $Y_2$ -烷基二側氧基芳基)氨基(( $Y_1$ -alkyl,  $Y_2$ -alkyldioxoaryl)amino，二( $Y_1, Y_2$ -甲基)二側氧基雜芳基)氨基((di( $Y_1, Y_2$ -methyl)dioxoheteroaryl)amino)，  
二( $Y_1, Y_2$ -甲基)二側氧基芳基)氨基((di( $Y_1, Y_2$ -methyl)dioxoaryl)amino)，((糖苷基)雜芳基)氨基(((glycosidyl)heteroaryl)amino)，((糖苷

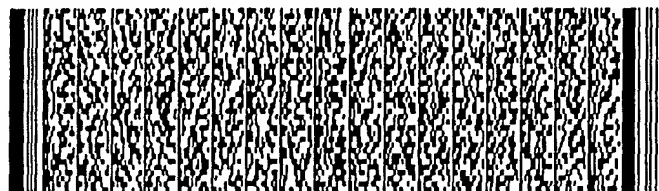


五、發明說明 (7)

基)芳基)氨基(((glycosidyl)aryl)amino)，((羧基乙  
醯烷基)側氧基雜芳基)氨基(((carboxylacetylalkyl)  
oxoheteroaryl)amino)，((羧基乙醯烷基)側氧芳基)氨  
基(((carboxylacetylalkyl)oxoaryl)amino)，((異丙基  
氨基氧基烷基氧基)芳基)氨基

(((isopropylaminohydroxyalkoxy)aryl)amino，或  
( $X_1, X_2, X_3$  烷基芳基)氨基( $(X_1, X_2, X_3 -alkylaryl)amino$ )，

$E_5$  為獨立的 ( $X_1, X_2, X_3$  雜芳基)氧基( $(X_1, X_2, X_3$   
-heteroaryl)oxy)，(異丙基氨基氧基烷基)芳氧基  
(isopropylaminohydroxyalkyl)aryloxy)，( $X_1, X_2, X_3$   
側氧雜芳基)氧基( $(X_1, X_2, X_3 -oxoheteroaryl)oxy$ )，  
( $X_1, X_2, X_3$  側氧芳基)氧基( $(X_1, X_2, X_3 -oxoaryl)oxy$ )，  
( $X_1, Y_1$  側氧雜芳基)氧基( $(X_1, Y_1 -oxoheteroaryl)oxy$   
)，( $X_1$  二芳酮基)氧基( $(X_1 -diarylketone)oxy$ )，  
( $X, X_1$  側氧芳基)氧基( $(X, X_1 -oxoaryl)oxy$ )，( $X_1, X_2$   
二側氧芳基)氧基( $(X_1, X_2 -dioxoaryl)oxy$ )， $Y_1, Y_2$  二氨  
基氧基烷基(( $Y_1, Y_2, di-aminodihydroxy)alkyl$ )，  
( $X_1, X_2$  雜芳基)硫代( $(X_1, X_2 -heteroaryl)thio$ )，(三  
羧基烷基乙烯二氨基)烷基氧基(((tricarboxylalkyl)  
ethylenediamino)alkoxy)，( $X_1, X_2$  側氧芳基)硫代  
( $(X_1, X_2 -oxoaryl)thio$ )，( $X_1, X_2$  二側氧芳基)硫代  
( $(X_1, X_2 -dioxoaryl)thio$ )，糖苷基雜芳基硫代  
(glycosidylheteroaryl)thio)，糖苷基芳基硫代  
(glycosidylaryl)thio)， $Y_1$  烷基(硫代羰基)硫代



五、發明說明 (8)

( $Y_1$ -alkyl(thiocarbonyl)thio),  $Y_1, Y_2$  烷基 (硫代羰基) 硫代 ( $Y_1, Y_2$ -alkyl(thiocarbonyl)thio),  $Y_1, Y_2, Y_3$  烷基 (硫代羰基) 硫代 ( $Y_1, Y_2, Y_3$ -alkyl(thiocarbonyl)thio), ( $Y_1, Y_2$  氨基硫代羰基) 硫代

(( $Y_1, Y_2$ -aminothiocarbonyl)thio), (批喃糖苷基) 硫代 ((pyranosyl)thio), 半胱胺酸基 (cysteiny), 酪胺酸基 (tyrosiny), ((phenylalainyl)amino), (二羧基烷基) 硫代 ((dicarboxyalkyl)thio), (氨基芳基)<sub>1-20</sub> 氨基 ((aminoaryl)<sub>1-20</sub> amino), 或 (批喃糖苷基) 氨基 ((pyranosyl)amino);

其中上述X為獨立的鹵素原子;

$X_1, X_2$  為獨立的--H, -- $Y_1$ , --O-- $Y_1$ , --S-- $Y_1$ , --NH-- $Y_1$ , --CO--O-- $Y_1$ , --O--CO-- $Y_1$ , --CO--NH-- $Y_1$ , --CO-- $NY_1Y_2$ , --NH--CO-- $Y_1$ , --SO<sub>2</sub>-- $Y_1$ , --CH $Y_1Y_2$ , 或 -- $NY_1Y_2$ ;

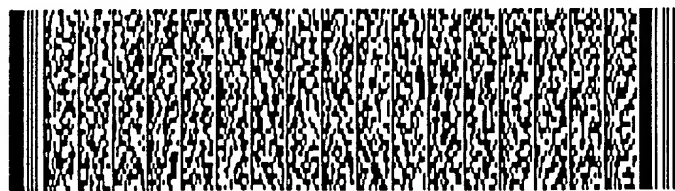
$X_3$  為獨立的-- $Y_1$ , --O-- $Y_1$ , --S-- $Y_1$ , --NH-- $Y_1$ , --CO--O-- $Y_1$ , --O--CO-- $Y_1$ , --CO--NH-- $Y_1$ , --CO-- $NY_1Y_2$ , --NH--CO-- $Y_1$ , --SO<sub>2</sub>-- $Y_1$ , --CH $Y_1Y_2$  或 -- $NY_1Y_2$ ;

$Y_1, Y_2, Y_3$  為獨立的-B-Z組合段, B為獨立的-- $R_a$ --O--[Si(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>--O--]<sub>1-100</sub>, C<sub>1-2000</sub> 烷基, C<sub>6-40</sub> 芳基, C<sub>7-60</sub> 烷芳基, C<sub>7-60</sub> 芳烷基, (C<sub>1-30</sub> 烷基醚)<sub>1-100</sub>, (C<sub>6-40</sub> 芳基醚)<sub>1-100</sub>, (C<sub>7-60</sub> 烷芳基醚)<sub>1-100</sub>, (C<sub>7-60</sub> 芳烷基醚)<sub>1-100</sub>, (C<sub>1-30</sub> 烷基硫醚)<sub>1-100</sub> (C<sub>6-40</sub> 芳基硫醚)<sub>1-100</sub>, (C<sub>7-60</sub> 烷芳基硫醚)<sub>1-100</sub>, (C<sub>7-60</sub> 芳烷基硫醚)<sub>1-100</sub>, (C<sub>2-50</sub> 烷基酯)<sub>1-100</sub>, (C<sub>7-60</sub> 芳基酯)<sub>1-100</sub>,



# 五、發明說明 (9)

(C<sub>8-70</sub> 烷芳基酯)<sub>1-100</sub>, (C<sub>8-70</sub> 芳烷基酯)<sub>1-100</sub>, --R--CO--O--(C<sub>1-30</sub> 烷基醚)<sub>1-100</sub>, --R--CO--O--(C<sub>6-40</sub> 芳基醚)<sub>1-100</sub>, --R--CO--O--(C<sub>7-60</sub> 烷芳基醚)<sub>1-100</sub>, --R--CO--O--(C<sub>7-60</sub> 芳烷基醚)<sub>1-100</sub>, (C<sub>4-50</sub> 烷基胺甲酸乙酯)<sub>1-100</sub>, (C<sub>14-60</sub> 芳基胺甲酸乙酯)<sub>1-100</sub>, (C<sub>10-80</sub> 烷芳基胺甲酸乙酯)<sub>1-100</sub>, (C<sub>10-80</sub> 芳烷基胺甲酸乙酯)<sub>1-100</sub>, (C<sub>5-50</sub> 烷基尿素)<sub>1-100</sub>, (C<sub>14-60</sub> 芳基尿素)<sub>1-100</sub>, (C<sub>10-80</sub> 烷芳基尿素)<sub>1-100</sub>, (C<sub>10-80</sub> 芳烷基尿素)<sub>1-100</sub>, (C<sub>2-50</sub> 烷氨基化合物)<sub>1-100</sub>, (C<sub>7-60</sub> 芳氨基化合物)<sub>1-100</sub>, (C<sub>8-70</sub> 烷芳氨基化合物)<sub>1-100</sub>, (C<sub>8-70</sub> 芳烷基氨基化合物)<sub>1-100</sub>, (C<sub>3-30</sub> 烷基酸酐)<sub>1-100</sub>, (C<sub>8-50</sub> 芳基酸酐)<sub>1-100</sub>, (C<sub>9-60</sub> 烷芳基酸酐)<sub>1-100</sub>, (C<sub>9-60</sub> 芳烷基酸酐)<sub>1-100</sub>, (C<sub>2-30</sub> 烷基碳酸脂)<sub>1-100</sub>, (C<sub>7-50</sub> 芳基碳酸脂)<sub>1-100</sub>, (C<sub>8-60</sub> 烷芳基碳酸脂)<sub>1-100</sub>, (C<sub>8-60</sub> 芳烷基碳酸脂)<sub>1-100</sub>, --R<sub>1</sub>--O--CO--NH--(R<sub>2</sub> 或 Ar--R<sub>2</sub>--Ar)--NH--CO--O--(C<sub>1-30</sub> 烷基醚, C<sub>6-40</sub> 芳基醚, C<sub>7-60</sub> 烷芳基醚, 或 C<sub>7-60</sub> 芳烷基醚)<sub>1-100</sub>, --R<sub>1</sub>--O--CO--NH--(R<sub>2</sub> 或 Ar--R<sub>2</sub>--Ar)--NH--CO--O--(C<sub>2-50</sub> 烷基酯, C<sub>7-60</sub> 芳基酯, C<sub>8-70</sub> 烷芳基酯, 或 C<sub>8-70</sub> 芳烷基酯)<sub>1-100</sub>, --R<sub>1</sub>--C--CO--NH--(R<sub>2</sub> 或 Ar--R<sub>2</sub>--Ar)--NH--CO--O--(C<sub>1-30</sub> 烷基醚, C<sub>6-40</sub> 芳基醚, C<sub>7-60</sub> 烷芳基醚, 或 C<sub>7-60</sub> 芳烷基醚)<sub>1-100</sub>, --CO--NH--(R<sub>2</sub> 或 Ar--R<sub>2</sub>--Ar)--NH--CO--O--(C<sub>2-50</sub> 烷基酯, C<sub>7-60</sub> 芳基酯, C<sub>8-70</sub> 烷芳基酯, 或 C<sub>8-70</sub> 芳烷基酯)<sub>1-100</sub>, --R<sub>3</sub>--O--CO--NH--(R<sub>2</sub> 或 Ar--R<sub>2</sub>--Ar)



# 五、發明說明 (10)

--NH--CO--O--， -- R<sub>1</sub>--NH--CO--NH--( R<sub>2</sub> 或 Ar-- R<sub>2</sub>  
 --Ar)--NH--CO--O--(C<sub>1-30</sub> 烷基醚， C<sub>6-40</sub> 芳基醚， C<sub>7-60</sub> 烷芳  
 基醚， 或 C<sub>7-60</sub> 芳烷基醚)<sub>1-100</sub>， -- R<sub>1</sub> --NH--CO--NH--( R<sub>2</sub>  
 或 Ar-- R<sub>2</sub> --Ar)--NH--CO--O--(C<sub>2-50</sub> 烷基酯， C<sub>7-60</sub> 芳基  
 酯， C<sub>8-70</sub> 烷芳基酯， 或 C<sub>8-70</sub> 芳烷基酯)<sub>1-100</sub>， -- R<sub>1</sub>--NH--CO  
 --NH--( R<sub>2</sub> 或 Ar-- R<sub>2</sub>--Ar)--NH--CO--O--(C<sub>1-30</sub> 烷基醚，  
 C<sub>6-40</sub> 芳基醚， C<sub>7-60</sub> 烷芳基醚， 或 C<sub>7-60</sub> 芳烷基醚)<sub>1-100</sub>，  
 --CO--NH--( R<sub>2</sub> 或 Ar-- R<sub>2</sub> --Ar)--NH--CO--O--，  
 -- R<sub>1</sub>--NH--CO--NH--( R<sub>2</sub> 或 Ar-- R<sub>2</sub>--Ar)--NH--CO--O--  
 (C<sub>2-50</sub> 烷基酯， C<sub>7-60</sub> 芳基酯， C<sub>8-70</sub> 烷芳基酯， 或 C<sub>8-70</sub> 芳烷基  
 酯)<sub>1-100</sub>， --R<sub>3</sub> --O--CO--NH--( R<sub>2</sub> 或 Ar-- R<sub>2</sub>--Ar)  
 --NH--CO--O--， -- R<sub>1</sub>--O--CO--NH--( R<sub>2</sub> 或 Ar-- R<sub>2</sub>  
 --Ar)--NH--CO--NH--(C<sub>2-50</sub> 烷氮基化合物， C<sub>7-60</sub> 芳氮基化  
 合物， C<sub>8-70</sub> 烷芳氮基化合物， 或 C<sub>8-70</sub> 芳烷氮基化合物)<sub>1-100</sub>，  
 或 --R<sub>1</sub>--NH--CO--NH--( R<sub>2</sub> 或 Ar-- R<sub>2</sub>--Ar)  
 NH--CO--NH--(C<sub>2-50</sub> 烷氮基化合物， C<sub>7-60</sub> 芳氮基化合物，  
 C<sub>8-70</sub> 烷芳氮基化合物， 或 C<sub>8-70</sub> 芳烷氮基化合物)<sub>1-100</sub>；以及Z  
 為獨立的-C-D組合段，C為獨立的--R--、--R--Ar--、  
 --Ar--R--、或 --Ar--；以及D為獨立的-OH、--SH、  
 --NH<sub>2</sub>、--NHOH、--SO<sub>3</sub>H、--OSO<sub>3</sub>H、--COOH、--CONH<sub>2</sub>、  
 --CO--NH--NH<sub>2</sub>、--CH(NH<sub>2</sub>)-COOH、--P(OH)<sub>3</sub>、--PO(OH)<sub>2</sub>、  
 --O--PO(OH)<sub>2</sub>、--O--PO(OH)--O--PO(OH)<sub>2</sub>、  
 --O--PO(O-)--O--CH<sub>2</sub> CH<sub>2</sub> NH<sub>3</sub><sup>+</sup>、糖苷 (-glycoside)、  
 --OCH<sub>3</sub>、--O--CH<sub>2</sub>、--(CHOH)<sub>4</sub>--CH<sub>24</sub>-CH、



## 五、發明說明 (11)

--O--CH<sub>2</sub>--(CHOH)<sub>2</sub>-CHOH、--C<sub>6</sub>H<sub>3</sub>(OH)<sub>2</sub>、--NH<sub>3</sub><sup>+</sup>、--N<sup>+</sup>HR<sub>b</sub>R<sub>c</sub>或N<sup>+</sup>HR<sub>b</sub>R<sub>c</sub>R<sub>d</sub>；

其中R、R<sub>1</sub>、R<sub>2</sub>、R<sub>3</sub>、R<sub>a</sub>、R<sub>b</sub>、R<sub>c</sub>、R<sub>d</sub>為獨立的C<sub>1-30</sub>烷基；

其中Ar為獨立的芳基。

為讓本發明之上述和其他目的、特徵、和優點能更明顯易懂，下文特舉出較佳實施例，並配合所附圖式，作詳細說明如下：

### 實施方式

#### 實施例1-氧化還原法：

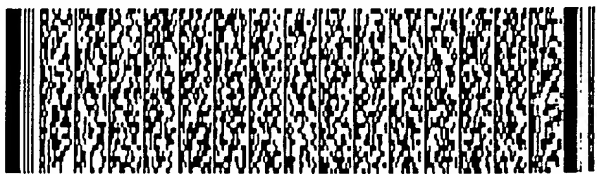
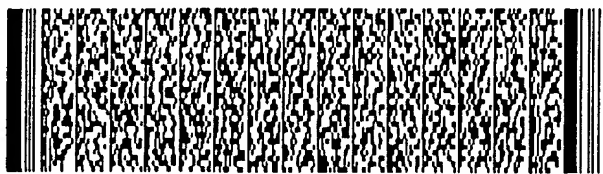
請參照第1圖，第1圖係利用氧化還原法合成官能基化奈米碳球衍生物的示意圖。

下列步驟依序為本實施例之合成方法：

1. 取1升燒瓶加入奈米碳球1克及500ml 重量比1:1的H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + HNO<sub>3</sub> 溶劑，經超音波震盪攪拌10 min後，開始加熱至約140℃迴餾2小時。

2. 迴餾完後將試樣以離心方式使之與強酸分離，再以清水清洗，離心數次直到pH值接近中性以確定已將酸除去。

3. 此時試樣為黑色表面含有-COOH官能基之奈米碳球，以NaOH逆滴定鑑定得知每克奈米碳球上含有13 μmol的-COOH官能基。因以氧化法造成奈米碳球表面雙鍵開裂形成親水性的-COOH官能基，可於穿透式電子顯微鏡(TEM



## 五、發明說明 (12)

) 照片中看出奈米碳球最表面石墨層產生些微破損。此含有-COOH官能基之奈米碳球亦可容易分散溶於水溶劑中。

### 實施例2-環加成反應：

#### 實施例2a：

請參照第2a圖，第2a圖係利用環加成反應合成官能基化奈米碳球衍生物的示意圖。

1. 取1升燒瓶加入奈米碳球1克及含有莫爾比1:1的 aldehyde 與N-取代氨基乙酸衍生物 (N-substituted glycine derivative) 的飽和二甲基甲醯胺(di-methyl formamide, DMF)溶液，經超音波震盪攪拌10 min後，開始加熱至約130℃迴餾120小時。

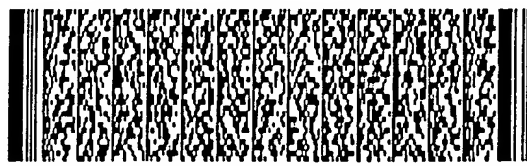
2. 迴餾完後將試樣以離心方式分離出產物，此生產流程如圖示，最終產物可溶於氯仿或水溶液中。

#### 實施例2b：

請參照第2b圖，第2b圖係利用環加成反應合成官能基化奈米碳球衍生物的示意圖。

1. 取1升燒瓶加入奈米碳球1克及500ml N, N二甲基苯氨溶劑，經超音波震盪攪拌10 min後，開始加熱迴餾12小時。

2. 迴餾完後將試樣以離心方式分離出產物，此生產流程如圖示，最終產物可分散於水溶液中。





## 五、發明說明 (13)

### 實施例3-自由基加成反應：

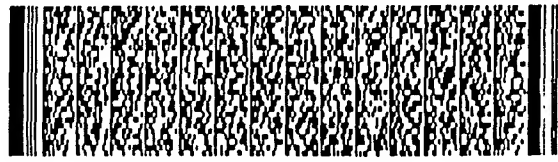
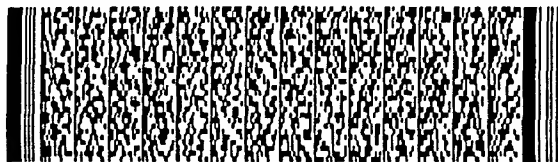
#### 實施例3a：

首先取1升燒瓶加入100mg 奈米碳球與 120mg  $K_2S_2O_8$  於500ml 水溶劑中，通入氮氣除氧後攪拌並加熱至70℃，反應5小時。產物為黑色，表面有 $-OSO_3-$ 官能基的奈米碳球粉體，可易溶於水。反應過程可縮小量於電子自旋光譜(ESR)中測定，由生成之 $g = 2.0032$   $\Delta H_{pp} = 4.32$  G之訊號判定自由基之鍵結形成。

#### 實施例3b：

首先取1升燒瓶加入100mg 奈米碳球與 25ml 甲基丙烯酸甲酯(MMA)於250ml 甲苯溶劑中，於室溫下經照光後可使MMA產生自由基與奈米碳球上之雙鍵反應鍵結。反應過程可縮小量於電子自旋光譜(ESR)中測定，由生成之 $g = 2.0033$   $\Delta H_{pp} = 8.56$  G與  $g = 2.0037$   $\Delta H_{pp} = 4.44$  G之訊號判定自由基之鍵結形成。

雖然本發明已以較佳實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明，任何熟習此技藝者，在不脫離本發明之精神和範圍內，當可作些許之更動與潤飾，因此本發明之保護範圍當視後附之申請專利範圍所界定者為準。



#### 圖式簡單說明

第1圖係利用氧化還原法合成官能基化奈米碳球衍生物的示意圖。

第2a圖係實施例2a利用環加成反應合成官能基化奈米碳球衍生物的示意圖。

第2b圖係實施例2b利用環加成反應合成官能基化奈米碳球衍生物的示意圖。



## 六、申請專利範圍

1. 一種官能基化奈米碳球衍生物，包括：

一奈米碳球；以及

至少一種官能基鍵結於上述奈米碳球，

上述官能基化奈米碳球衍生物可以化學通式 $F(-E)_n$ 表示，其中F為該奈米碳球，E為該官能基，n代表官能基個數。

2. 如申請專利範圍第1項所述之官能基化奈米碳球衍生物，其中該奈米碳球為一種由多層石墨層以球中球的結構所組的多面體碳簇，其直徑為介於3 ~ 100 nm，外層具有與多層奈米碳管相同的石墨層結構。

3. 如申請專利範圍第1項所述之官能基化奈米碳球衍生物，其中該奈米碳球為中空奈米碳球。

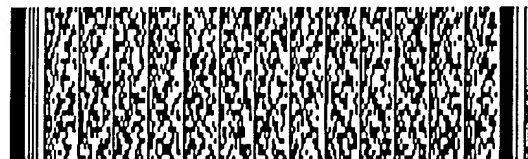
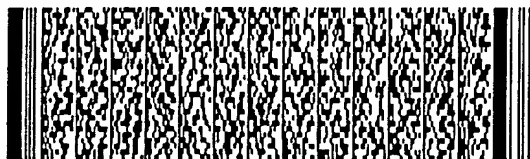
4. 如申請專利範圍第1項所述之官能基化奈米碳球衍生物，其中該奈米碳球為內部填充有金屬、金屬氧化物、金屬碳化物或合金材料的金屬填充奈米碳球。

5. 如申請專利範圍第1項所述之官能基化奈米碳球衍生物，其中n的範圍為由1至100000。

6. 如申請專利範圍第1項所述之官能基化奈米碳球衍生物，其中E為獨立的 $E_1$ 、 $E_2$ 、 $E_3$ 、 $E_4$ 或 $E_5$ ，

$E_1$ 為獨立的 $Y_1$ ， $Y_2$ -氨基，( $Y_1$ ， $Y_2$ -烷基) 氨基， $Y_1$ ， $Y_2$ -乙烯二氨基，(二氫氧基甲基) 烷氨基，( $X_1$ ， $X_3$ -芳香族羥基) 氨基，或 $X_1$ ， $X_3$ -芳氧基，

$E_2$ 為獨立的 $Y_1$ ， $Y_2$ -烷氧基，( $Y_1$ ， $Y_2$ -氨基) 烷氧基，( $Y_1$ ， $Y_2$ ， $Y_3$ -烷基) 氨基，( $Y_1$ ， $Y_2$ ， $Y_3$ -芳基) 氨基，或二氫氧

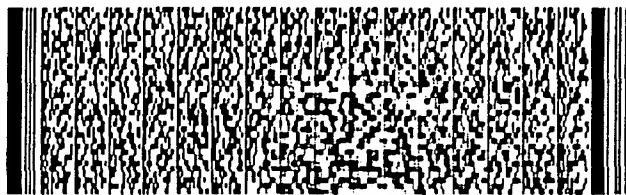


六、申請專利範圍

基烷氧基，

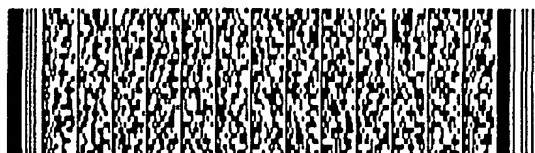
$E_3$  為獨立的  $Y_1, Y_2, Y_3$ - 烷氧基，(三氫氧基烷基) 烷氧基，(三氫氧基烷基) 烷氧基，(二羧基烷基) 氧基，  
( $Y_1, Y_2, Y_3$ - 烷基) 硫代，( $X_1, X_2$ - 芳基) 硫代，( $Y_1, Y_2$ - 烷基) 硫代，二氫氧基烷基硫代或  $Y_1, Y_2$ - 二氧基烷基)，

$E_4$  為獨立的((糖苷基)側氧基雜芳基)氧基  
(((glycosidyl)oxoheteroaryl)amino)，((糖苷基)側氧基芳基)氧基(((glycosidyl)oxoaryl)amino)，  
( $X_1, X_2, X_3$  雜芳基)氧基(( $X_1, X_2, X_3$ -heteroaryl)amino)，  
( $X, X_1$  二芳基酮基)氧基(( $X, X_1$ -diarylketone)amino)，  
( $X, X_1$  (側氧基)氧基( $X, X_1$ -oxoaryl)amino)，  
( $X, X_1$  二側氧基芳基)氧基(( $X, X_1$ -dioxoaryl)amino)，  
( $Y_1$ -烷基， $Y_2$ -烷基二側氧基雜芳基)氧基  
(( $Y_1$ -alkyl,  $Y_2$ -alkyldioxoheteroaryl)amino)，  
( $Y_1$ -烷基， $Y_2$ -烷基二側氧基芳基)氧基(( $Y_1$ -alkyl,  $Y_2$ -alkyldioxoaryl)amino，二( $Y_1, Y_2$ -甲基)二側氧基雜芳基)氧基  
((di( $Y_1, Y_2$ -methyl)dioxoheteroaryl)amino)，二( $Y_1, Y_2$ -甲基)二側氧基芳基)氧基  
((di( $Y_1, Y_2$ -methyl)dioxoaryl)amino)，((糖苷基)雜芳基)氧基  
(((glycosidyl)heteroaryl)amino)，((糖苷基)芳基)氧基  
(((glycosidyl)aryl)amino)，((羧基乙醯烷基)側氧基雜芳基)氧基  
(((carboxylacetylalkyl)oxoheteroaryl)amino)，  
(羧基乙醯烷基)側氧基芳基)氧基



六、申請專利範圍

((carboxylacetylalkyl)oxoaryl)amino), ((異丙基氨基  
基氧基烷基氧基)芳基)氨基  
(((isopropylaminohydroxyalkoxy)aryl)amino, 或  
( $X_1, X_2, X_3$  烷基芳基)氨基(( $X_1, X_2, X_3$  -alkylaryl)amino),  
E<sub>5</sub> 為獨立的 ( $X_1, X_2, X_3$  雜芳基)氧基 (( $X_1, X_2, X_3$   
-heteroaryl)oxy), (異丙基氨基氧基烷基)芳氧基  
((isopropylaminohydroxyalkyl)aryloxy), ( $X_1, X_2, X_3$   
側氧雜芳基)氧基 (( $X_1, X_2, X_3$  -oxoheteroaryl)oxy),  
( $X_1, X_2, X_3$  側氧芳基)氧基 (( $X_1, X_2, X_3$  -oxoaryl)oxy),  
( $X_1, Y_1$  側氧雜芳基)氧基 (( $X_1, Y_1$  -oxoheteroaryl)oxy  
) , ( $X_1$  二芳酮基)氧基 (( $X_1$  -diarylketone)oxy),  
( $X, X_1$  側氧芳基)氧基 (( $X, X_1$  -oxoaryl)oxy), ( $X_1, X_2$   
二側氧芳基)氧基 (( $X_1, X_2$  -dioxoaryl)oxy),  $Y_1, Y_2$  二氨基  
氧基烷基 (( $Y_1, Y_2$ , di-aminodihydroxy)alkyl),  
( $X_1, X_2$  雜芳基)硫代 (( $X_1, X_2$  -heteroaryl)thio), (三  
羧基烷基乙烯二氨基)烷基 ((tricarboxylalkyl)  
ethylenediamino)alkoxy), ( $X_1, X_2$  側氧芳基)硫代  
(( $X_1, X_2$  -oxoaryl)thio), ( $X_1, X_2$  二側氧芳基)硫代  
(( $X_1, X_2$  -dioxoaryl)thio), 糖苷基雜芳基硫代  
((glycosidylheteroaryl)thio), 糖苷基芳基硫代  
((glycosidylaryl)thio),  $Y_1$  烷基 (硫代羰基) 硫代  
( $Y_1$  -alkyl(thiocarbonyl)thio),  $Y_1, Y_2$  烷基 (硫代羰  
基) 硫代 ( $Y_1, Y_2$  -alkyl(thiocarbonyl)thio),  $Y_1, Y_2, Y_3$   
烷基 (硫代羰基) 硫代 ( $Y_1, Y_2, Y_3$  -alkyl(thiocarbonyl)



## 六、申請專利範圍

thio)， $(Y_1, Y_2 \text{ 氨基硫代羰基})$  硫代

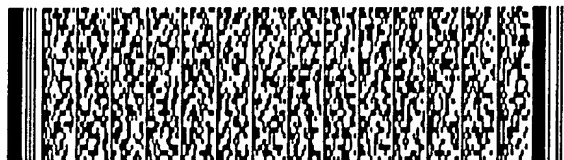
$((Y_1, Y_2\text{-aminothiocarbonyl})\text{thio})$ ， $(\text{吡喃糖苷基})$  硫代  $((\text{pyranosyl})\text{thio})$ ，半胱氨酸基 (cysteiny)，酪氨酸基 (tyrosiny)， $((\text{phenylalanyl})\text{amino})$ ，  
(二羧基烷基) 硫代  $((\text{dicarboxyalkyl})\text{thio})$ ， $(\text{氮芳基})_{1-20}$  氨基  $((\text{aminoaryl})_{1-20} \text{ amino})$ ，或  $(\text{吡喃糖苷基})$  氨基  $((\text{pyranosyl})\text{amino})$ ；

其中上述X為獨立的鹵素原子；

$X_1, X_2$  為獨立的  $--H$ ， $--Y_1$ ， $--O--Y_1$ ， $--S--Y_1$ ，  
 $--NH--Y_1$ ， $--CO--O--Y_1$ ， $--O--CO--Y_1$ ， $--CO--NH--Y_1$ ，  
 $--CO--NY_1Y_2$ ， $--NH--CO--Y_1$ ， $--SO_2--Y_1$ ， $--CHY_1Y_2$ ，或  
 $--NY_1Y_2$ ；

$X_3$  為獨立的  $--Y_1$ ， $--O--Y_1$ ， $--S--Y_1$ ， $--NH--Y_1$ ，  
 $--CO--O--Y_1$ ， $--O--CO--Y_1$ ， $--CO--NH--Y_1$ ， $--CO--NY_1Y_2$ ，  
 $--NH--CO--Y_1$ ， $--SO_2--Y_1$ ， $--CHY_1Y_2$  或  $--NY_1Y_2$ ；

$Y_1, Y_2, Y_3$  為獨立的  $-B-Z$  組合段，B為獨立的  $--R_a$   
 $--O--[Si(CH_3)_2--O--]_{1-100}$ ， $C_{1-2000}$  烷基， $C_{6-40}$  芳基， $C_{7-60}$   
烷芳基， $C_{7-60}$  芳烷基， $(C_{1-30} \text{ 烷基醚})_{1-100}$ ， $(C_{6-40} \text{ 芳基醚})_{1-100}$ ， $(C_{7-60} \text{ 烷芳基醚})_{1-100}$ ， $(C_{7-60} \text{ 芳烷基醚})_{1-100}$ ， $(C_{1-30} \text{ 烷基硫醚})_{1-100}$ ， $(C_{6-40} \text{ 芳基硫醚})_{1-100}$ ， $(C_{7-60} \text{ 烷芳基硫醚})_{1-100}$ ，  
 $(C_{7-60} \text{ 芳烷基硫醚})_{1-100}$ ， $(C_{2-50} \text{ 烷基酯})_{1-100}$ ， $(C_{7-60} \text{ 芳基酯})_{1-100}$ ，  
 $(C_{8-70} \text{ 烷芳基酯})_{1-100}$ ， $(C_{8-70} \text{ 芳烷基酯})_{1-100}$ ，  
 $--R--CO--O--(C_{1-30} \text{ 烷基醚})_{1-100}$ ， $--R--CO--O--(C_{6-40} \text{ 芳基醚})_{1-100}$ ，  
 $--R--CO--O--(C_{7-60} \text{ 烷芳基醚})_{1-100}$ ，

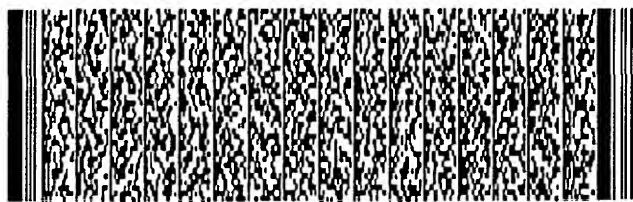


# 六、申請專利範圍

--R--CO--O--(C<sub>7-60</sub> 芳烷基醚)<sub>1-100</sub>, (C<sub>4-50</sub> 烷基胺甲酸乙酯)<sub>1-100</sub> (C<sub>14-60</sub> 芳基胺甲酸乙酯)<sub>1-100</sub>, (C<sub>10-80</sub> 烷芳基胺甲酸乙酯)<sub>1-100</sub> (C<sub>10-80</sub> 芳烷基胺甲酸乙酯)<sub>1-100</sub>, (C<sub>5-50</sub> 烷基尿素)<sub>1-100</sub>, (C<sub>14-60</sub> 芳基尿素)<sub>1-100</sub> (C<sub>10-80</sub> 烷芳基尿素)<sub>1-100</sub>, (C<sub>10-80</sub> 芳烷基尿素)<sub>1-100</sub>, (C<sub>2-50</sub> 烷氮基化合物)<sub>1-100</sub>, (C<sub>7-60</sub> 芳氮基化合物)<sub>1-100</sub>, (C<sub>8-70</sub> 烷芳氮基化合物)<sub>1-100</sub> (C<sub>8-70</sub> 芳烷氮基化合物)<sub>1-100</sub>, (C<sub>3-30</sub> 烷基酸酐)<sub>1-100</sub>, (C<sub>8-50</sub> 芳基酸酐)<sub>1-100</sub>, (C<sub>9-60</sub> 烷芳基酸酐)<sub>1-100</sub>, (C<sub>9-60</sub> 芳烷基酸酐)<sub>1-100</sub>, (C<sub>2-30</sub> 烷基碳酸脂)<sub>1-100</sub>, (C<sub>7-50</sub> 芳基碳酸脂)<sub>1-100</sub>, (C<sub>8-60</sub> 烷芳基碳酸脂)<sub>1-100</sub>, (C<sub>8-60</sub> 芳烷基碳酸脂)<sub>1-100</sub>,

--R<sub>1</sub> --O--CO--NH--(R<sub>2</sub> 或 Ar--R<sub>2</sub>--Ar)--NH--CO--O--(C<sub>1-30</sub> 烷基醚, C<sub>6-40</sub> 芳基醚, C<sub>7-60</sub> 烷芳基醚, 或 C<sub>7-60</sub> 芳烷基醚)<sub>1-100</sub>, -- R<sub>1</sub> --O--CO--NH--( R<sub>2</sub> 或 Ar--R<sub>2</sub>--Ar) --NH--CO--O--(C<sub>2-50</sub> 烷基酯, C<sub>7-60</sub> 芳基酯, C<sub>8-70</sub> 烷芳基酯, 或 C<sub>8-70</sub> 芳烷基酯)<sub>1-100</sub>, -- R<sub>1</sub>--C--CO--NH--( R<sub>2</sub> 或 Ar--R<sub>2</sub>--Ar)--NH--CO--O--(C<sub>1-30</sub> 烷基醚, C<sub>6-40</sub> 芳基醚, C<sub>7-60</sub> 烷芳基醚, 或 C<sub>7-60</sub> 芳烷基醚)<sub>1-100</sub>, --CO--NH--( R<sub>2</sub> 或 Ar--R<sub>2</sub>--Ar)--NH--CO--O--, -- R<sub>1</sub> --O--CO--NH--( R<sub>2</sub> 或 Ar--R<sub>2</sub>--Ar)--NH--CO--O--(C<sub>2-50</sub> 烷基酯, C<sub>7-60</sub> 芳基酯, C<sub>8-70</sub> 烷芳基酯, 或 C<sub>8-70</sub> 芳烷基酯)<sub>1-100</sub>,

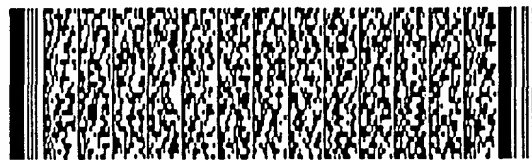
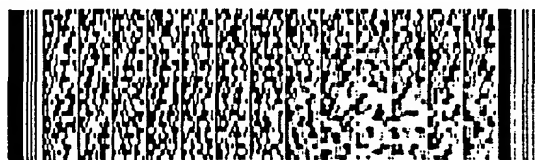
-- R<sub>3</sub> --O--CO--NH--( R<sub>2</sub> 或 r--R<sub>2</sub>--Ar)--NH--CO--O--, -- R<sub>1</sub>--NH--CO--NH--( R<sub>2</sub> 或 Ar--R<sub>2</sub>--Ar)--NH--CO--O--(C<sub>1-30</sub> 烷基醚, C<sub>6-40</sub> 芳基醚, C<sub>7-60</sub> 烷芳基醚, 或 C<sub>7-60</sub> 芳烷基醚)<sub>1-100</sub>, -- R<sub>1</sub> --NH--CO--NH--( R<sub>2</sub> 或 Ar--R<sub>2</sub>--Ar)



# 六、申請專利範圍

--NH--CO--O--( $C_{2-50}$  烷基酯,  $C_{7-60}$  芳基酯,  $C_{8-70}$  烷芳基酯, 或  $C_{8-70}$  芳烷基酯) $_{1-100}$ , --  $R_1$ --NH--CO--NH--( $R_2$  或  $Ar--R_2--Ar$ )--NH--CO--O--( $C_{1-30}$  烷基醚,  $C_{6-40}$  芳基醚,  $C_{7-60}$  烷芳基醚, 或  $C_{7-60}$  芳烷基醚) $_{1-100}$ , --CO--NH--( $R_2$  或  $Ar--R_2--Ar$ )--NH--CO--O--, --  $R_1$ --NH--CO--NH--( $R_2$  或  $Ar--R_2--Ar$ )--NH--CO--O--( $C_{2-50}$  烷基酯,  $C_{7-60}$  芳基酯,  $C_{8-70}$  烷芳基酯, 或  $C_{8-70}$  芳烷基酯) $_{1-100}$ , -- $R_3$ --O--CO--NH--( $R_2$  或  $Ar--R_2--Ar$ )--NH--CO--O--, --  $R_1$ --O--CO--NH--( $R_2$  或  $Ar--R_2--Ar$ )--NH--CO--NH--( $C_{2-50}$  烷氨基化合物,  $C_{7-60}$  芳氨基化合物,  $C_{8-70}$  烷芳氨基化合物, 或  $C_{8-70}$  芳烷基氨基化合物) $_{1-100}$ , 或-- $R_1$ --NH--CO--NH--( $R_2$  或  $Ar--R_2--Ar$ )NH--CO--NH--( $C_{2-50}$  烷氨基化合物,  $C_{7-60}$  芳氨基化合物,  $C_{8-70}$  烷芳氨基化合物, 或  $C_{8-70}$  芳烷基氨基化合物) $_{1-100}$  ; 以及Z為獨立的-C-D組合段, C為獨立的--R--、--R--Ar--、--Ar--R--、或--Ar-- ; 以及D為獨立的-OH、--SH、--NH<sub>2</sub>、--NHOH、--SO<sub>3</sub>H、--OSO<sub>3</sub>H、--COOH、--CONH<sub>2</sub>、--CO--NH--NH<sub>2</sub>、--CH(NH<sub>2</sub>)-COOH、--P(OH)<sub>3</sub>、--PO(OH)<sub>2</sub>、--O--PO(OH)<sub>2</sub>、--O--PO(OH)--O--PO(OH)<sub>2</sub>、--O--PO(O-)--O--CH<sub>2</sub> CH<sub>2</sub> NH<sub>3</sub><sup>+</sup>、糖苷(-glycoside)、--OCH<sub>3</sub>、--O--CH<sub>2</sub>、--(CHOH)<sub>4</sub>--CH<sub>24</sub>-CH、--O--CH<sub>2</sub>--(CHOH)<sub>2</sub>-CHOH、--C<sub>6</sub>H<sub>3</sub>(OH)<sub>2</sub>、--NH<sub>3</sub><sup>+</sup>、--N<sup>+</sup>HR<sub>b</sub>R<sub>c</sub>或N<sup>+</sup>HR<sub>b</sub>R<sub>c</sub>R<sub>d</sub> ;

其中R、 $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ 、 $R_a$ 、 $R_b$ 、 $R_c$ 、 $R_d$ 為獨立的 $C_{1-30}$ 烷基 ;





六、申請專利範圍

其中 Ar 為獨立的芳基。

7. 如申請專利範圍第1項所述之官能基化奈米碳球衍生物，其中該官能基化奈米碳球衍生物係利用氧化還原法合成。

8. 如申請專利範圍第1項所述之官能基化奈米碳球衍生物，其中該官能基化奈米碳球衍生物係利用環加成反應合成。

9. 如申請專利範圍第1項所述之官能基化奈米碳球衍生物，其中該官能基化奈米碳球衍生物係利用自由基加成反應合成。

10. 一種官能基化奈米碳球衍生物，包括：

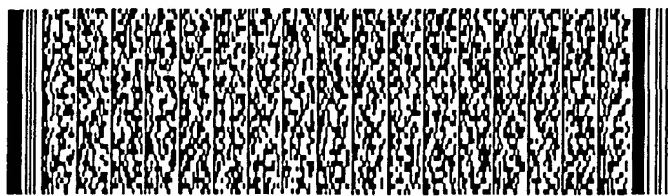
一奈米碳球；以及

至少一種官能基鍵結於上述奈米碳球，

上述官能基化奈米碳球衍生物可以化學通式 $F(-E)_n$ 表示，其中F為該奈米碳球，E為該官能基，n代表官能基個數，上述官能基為利用氧化還原法使其與該奈米碳球產生鍵結，且上述官能基為醇基(-OH)、酮基(-C=O)、醛基(-CHO)或羧酸基(-COOH)。

11. 如申請專利範圍第10項所述之官能基化奈米碳球衍生物，其中該奈米碳球為一種由多層石墨層以球中球的結構所組的多面體碳簇，其直徑為介於3 ~ 100 nm，外層具有與多層奈米碳管(carbon nanotube)相同的石墨層結構。

12. 如申請專利範圍第10項所述之官能基化奈米碳球



#### 六、申請專利範圍

衍生物，其中該奈米碳球為中空奈米碳球。

13. 如申請專利範圍第10項所述之官能基化奈米碳球衍生物，其中該奈米碳球為內部填充有金屬、金屬氧化物、金屬碳化物(metal carbide)或合金材料的金屬填充奈米碳球。

14. 如申請專利範圍第10項所述之官能基化奈米碳球衍生物，其中n的範圍為由1至100000。

15. 一種官能基化奈米碳球衍生物，包括：

一奈米碳球；以及

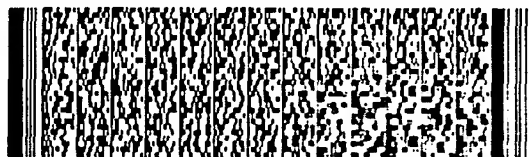
至少一種官能基鍵結於上述奈米碳球，

上述官能基化奈米碳球衍生物可以化學通式 $F(-E)_n$ 表示，其中F為該奈米碳球，E為該官能基，n代表官能基個數，上述官能基為利用雙鍵反應使其與該奈米碳球產生鍵結，且上述官能基為-NHAr基、 $-N^+(CH_3)_2Ar$ 基、氯類或 $=CCl_2$ 基。

16. 如申請專利範圍第15項所述之官能基化奈米碳球衍生物，其中該奈米碳球為一種由多層石墨層以球中球的結構所組的多面體碳簇，其直徑為介於3 ~ 100 nm，外層具有與多層奈米碳管(carbon nanotube)相同的石墨層結構。

17. 如申請專利範圍第15項所述之官能基化奈米碳球衍生物，其中該奈米碳球為中空奈米碳球。

18. 如申請專利範圍第15項所述之官能基化奈米碳球衍生物，其中該奈米碳球為內部填充有金屬、金屬氧化



#### 六、申請專利範圍

物、金屬碳化物(metal carbide)或合金材料的金屬填充奈米碳球。

19. 如申請專利範圍第15項所述之官能基化奈米碳球衍生物，其中n的範圍為由1至100000。

20. 一種官能基化奈米碳球衍生物，包括：

一奈米碳球；以及

至少一種官能基鍵結於上述奈米碳球，

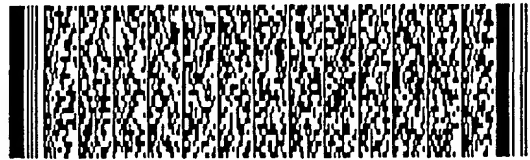
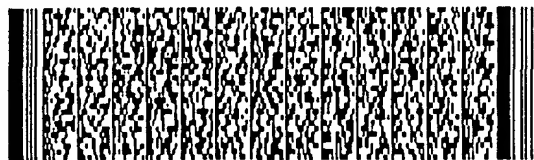
上述官能基化奈米碳球衍生物可以化學通式 $F(-E)_n$ 表示，其中F為該奈米碳球，E為該官能基，n代表官能基個數，上述官能基為利用自由基加成反應使其與該奈米碳球產生鍵結，且上述官能基為 $-OSO_3-$ 基、 $-OH$ 基、 $-C(CH_3)_2COOCH_3$ 基或 $-C(CH_3)_2CN$ 基。

21. 如申請專利範圍第20項所述之官能基化奈米碳球衍生物，其中該奈米碳球為一種由多層石墨層以球中球的結構所組的多面體碳簇，其直徑為介於3 ~ 100 nm，外層具有與多層奈米碳管(carbon nanotube)相同的石墨層結構。

22. 如申請專利範圍第20項所述之官能基化奈米碳球衍生物，其中該奈米碳球為中空奈米碳球。

23. 如申請專利範圍第20項所述之官能基化奈米碳球衍生物，其中該奈米碳球為內部填充有金屬、金屬氧化物、金屬碳化物(metal carbide)或合金材料的金屬填充奈米碳球。

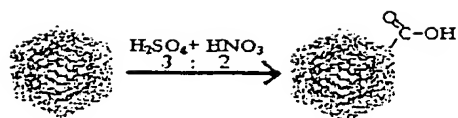
24. 如申請專利範圍第20項所述之官能基化奈米碳球



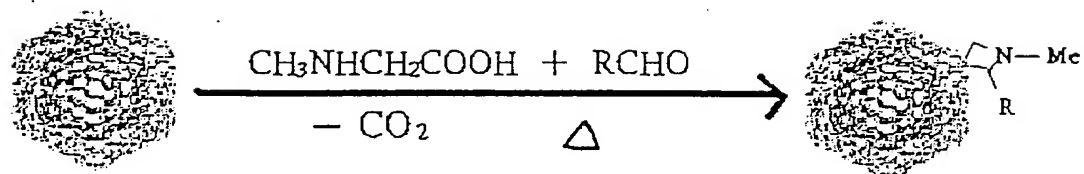
六、申請專利範圍

衍生物，其中 $n$ 的範圍為由1至100000。





第 1 圖



第 2a 圖

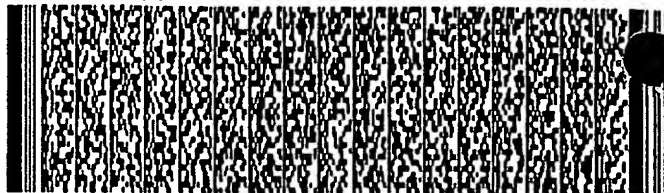


第 2b 圖

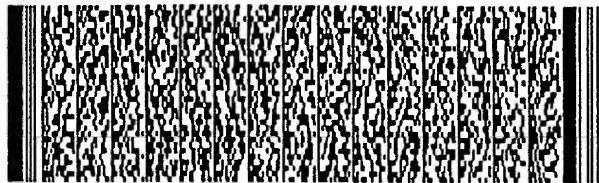
第 1/27 頁



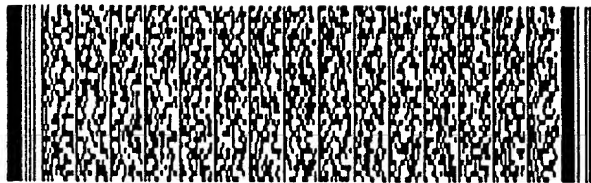
第 2/27 頁



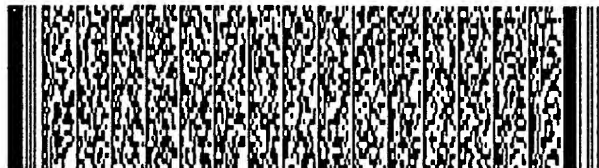
第 4/27 頁



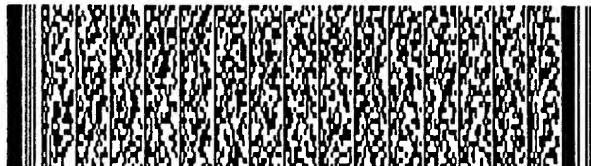
第 4/27 頁



第 5/27 頁



第 5/27 頁



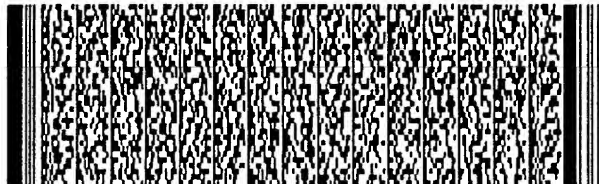
第 6/27 頁



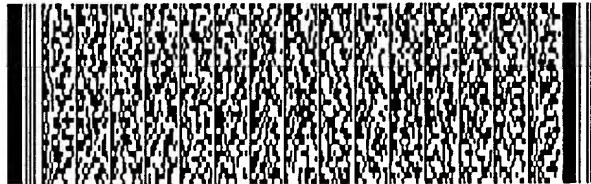
第 6/27 頁



第 7/27 頁



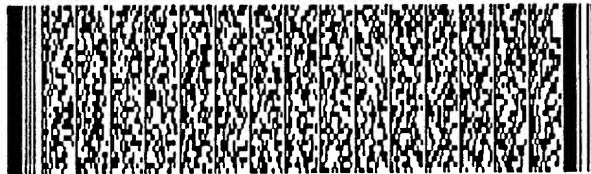
第 7/27 頁



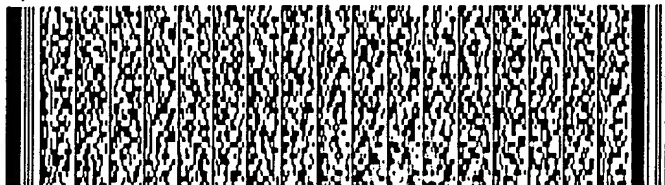
第 8/27 頁



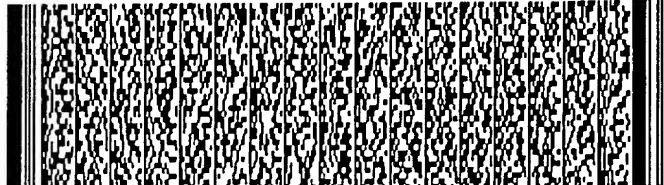
第 8/27 頁



第 9/27 頁



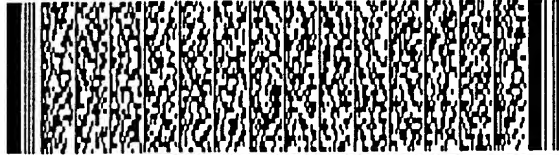
第 10/27 頁



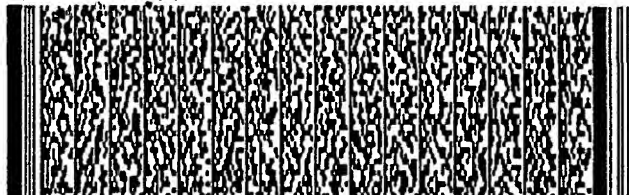
第 11/27 頁



第 11/27 頁



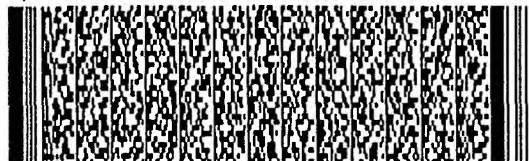
第 12/27 頁



第 14/27 頁



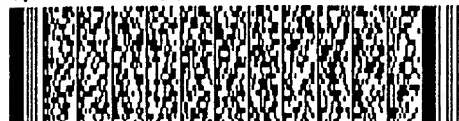
第 15/27 頁



第 16/27 頁



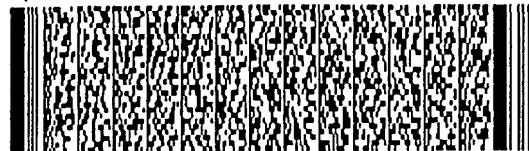
第 17/27 頁



第 18/27 頁



第 20/27 頁



第 21/27 頁



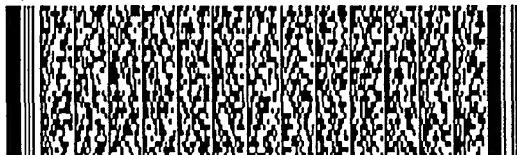
第 13/27 頁



第 14/27 頁



第 15/27 頁



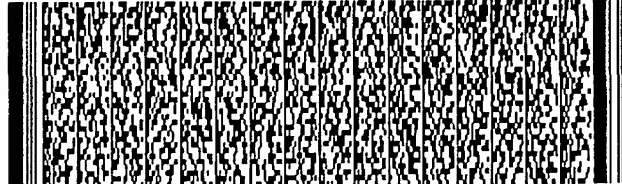
第 16/27 頁



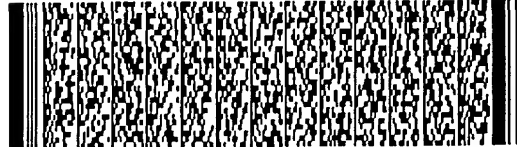
第 18/27 頁



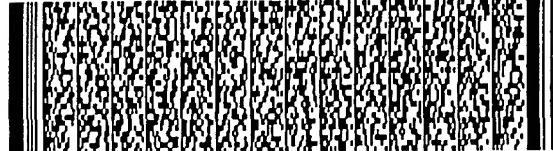
第 19/27 頁



第 20/27 頁



第 21/27 頁



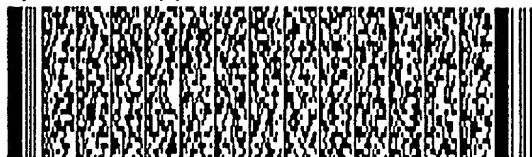
第 22/27 頁



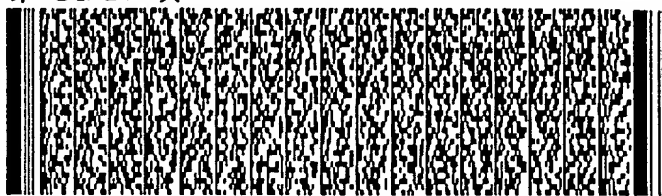
第 23/27 頁



第 23/27 頁



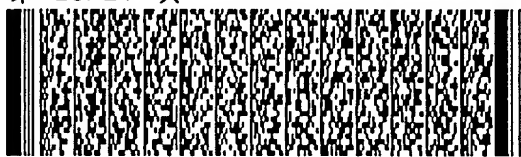
第 24/27 頁



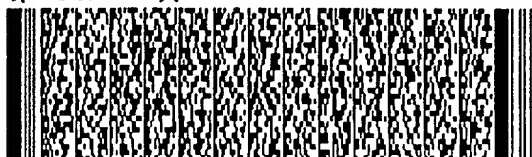
第 25/27 頁



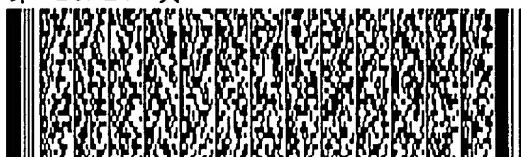
第 25/27 頁



第 26/27 頁



第 26/27 頁



第 27/27 頁

